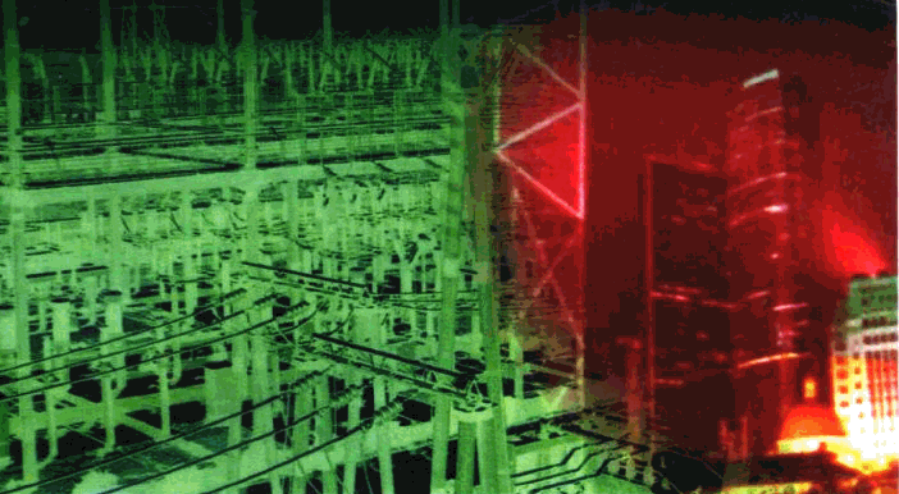




全国供用电工人技能培训教材

电气试验与油化验

中国电力企业家协会供电分会 编

高级工

中国电力出版社

199171

TM64

W085

全国供用电工人技能培训教材

电气试验与油化验

高级工

主编：汪学勤、许书燕

主审：李长益、李德伟

参编：（按编写章序排列）

杨德华、江和顺、张开明

董其国、魏汝荣、安丰顺

郭景阳

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为全国供用电工人技能培训教材《电气试验与油化验》高级工分册,全书包括电气试验和油化验两篇,循序渐进、由浅入深地讲述了电气设备试验与油化验的方法和各种性能、特性、参数的测量以及设备诊断技术。全书内容通俗易懂,系统性、实用性强。

本书作为供电类变电专业《电气试验与油化验》的高级工培训教材,也可供从事电气试验与油化验的初、中级工和有关工程技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气试验与油化验/中国电力企业家协会供电分会编.北京:中国电力出版社,1998

全国供用电工人技能培训教材

ISBN 7-80125-771-5

I. 电… II. 中… III. ①电气设备-试验-技术培训-教材②电器-液体绝缘材料-化学实验:检验-技术培训-教材 N. TM506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 30366 号

电气试验与油化验 (高级工)

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

实验小学印刷厂印刷 各地新华书店经售

*

1999 年 5 月第一版 1999 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 12 印张 264 千字

印数 0001—5000 册 全三册定价 56.00 元 (本册 23.00 元)

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

审 定 委 员 会

主 任 王宏超

副主任 李宝祺 王文喜 郝邦振 刘治国

张一士 丁 雁

成 员 线路组：刘天明 成仲良 杨书全 许精潜

变电组：何雨宸 王典伟 万 达 沈镜明

调度组：冯新发 张 庆 朱佩萍 葛剑飞

用电组：刘云龙 蒋贻吉 宋永伦 曾乃鸿

审定委员会办公室秘书 龙镇和 张兰慧

关于《全国供用电工人 技能培训教材》的审定意见

经中电联核准，由中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心共同组成的审定委员会于1998年9月下旬，对中国电力企业家协会供电分会组织编写的《全国供用电工人技能培训教材》进行了审定。其审定意见如下。

第一、本技能培训教材的指导思想正确、编写依据充实。这套教材以提高供用电工人职业技能为重点，以加强职业知识培训为指导思想，以原电力工业部、原劳动部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·供用电部分》和原电力工业部颁布的运行、检修、安全规程、四项监督、五项制度为依据，在大纲的拟定、内容取舍和深度控制等方面，均符合中电联教培部《关于电力生产人员职业资格培训教材编审工作原则的意见》的原则和规定。

第二、编写形式符合工人技能培训特点。这套教材的结构设置借鉴了国际上电力行业编辑职业技能培训教材的先进做法，其结构框架、内容描述等，均力求与国际同行业惯例接轨。即以职业技能为中心，以岗位设篇，知识以够用为度，并将必备的知识融入技能描述之中。每一工种教材又分为初、中、高三个分册，内容上依次递进，互不重复或不简单重复，更适合工人技能培训之用。

第三、本教材的先进性、实用性结合得当。这套教材注重实用性和先进性的有机结合，在编写过程中，编者做了大量的调研工作，认真了解供用电工人的实际需求和整体素质状况，使编写内容符合供电企业培训、考核、技能鉴定的需要，有较强的实用性。同时，注重吸收电力生产的新工艺、新方法、新技术，使教材内容具有先进性，符合电力工业科技发展方向。书中的名词术语、计量单位等，均符合国家标准和行业标准，能适应电力工业培养跨世纪劳动者的要求。

第四、编写、出版阵容较强。这套教材是由中国电力企业家协会供电分会与中国电力出版社共同推出的。通过联手合作方式，使本套教材既具有显著的供电行业的特色，又具有较强的权威性。本套教材主要是为供电企业工人职业技能培训服务，而中国电力企业家协会供电分会的成员遍布全国，作者既具有深厚的理论基础，又直接从事生产实际工作，较好地体现出实践经验的总结和概括。中国电力出版社是中宣部和新闻出版署在全国首批认定的 15 家优秀出版单位之一，是我国唯一专门为电力行业服务的大型专业出版社，其出书质量是一流的。因此，供电企业与出版社两者的合作可谓珠联璧和，是值得提倡的。这套丛书的成功面世也为今后电力图书的出版提供了一个可借鉴的模式。

综上所述，我们认为：本套教材在编写结构、体例格式、内容描述的先进性、实用性方面适当；在字数控制、知识的渐进性和启发性，以及复习题的安排方面较好；语言文字的运用得当，所述内容基本正确，同时还具有图文并茂，通俗易懂，循序渐进的特点。因此，它不仅适用于培训、考核技术工人的需要，而且对现场的工程技术人员，也有参考价值。

建议可将这套丛书作为全国供用电工人的技能培训教材。

中 国 电 力 企 业 家 协 会
中 电 联 教 培 部
电力行业职业技能鉴定指导中心

一九九八年九月二十八日

教材编辑委员会

名誉主编	陆延昌	张绍贤	刘宏	王宏超
主编	赵双驹			
常务副主编	钱家越	陆孟君	张克让	
副主编	宗健	朱良镭	丁德政	周英树
	韩英男			
委员	张一士	赵双驹	周永兴	李承的
	吴周春	刘美观	郭志贵	杨新培
	张昌润	钱家越	陆孟君	徐健
	韩英男	周英树	陈祥斌	王春波
	孙少平	骆应龙	史传卿	朱德林
	白巨耀	蔡百川	李祥宪	严尔衡
	赵广祥	杨光慈	何童芳	杨忠
	张文奎	郭宏山	钱忠伟	顾志鹏
	周道和	刘绍钧	娄殿强	朱永芄
	王之珮	万善良	刘云龙	何宗义
	赵彩明	何雨宸	阙炳良	

教材编辑办公室

主	任	陆孟君 (兼)			
副	主	任	丁德政	任军良	张 涛
工	作	人	陈祥斌	胡维保	吕忠福
作	人	员	朱 品	谢 红	胡莉莉

前 言

为贯彻党的“十五大”精神，落实“科教兴国”战略，全国提高劳动者素质，中国电力企业家协会供电分会组织编写了《全国供用电工人技能培训教材》。本教材以电力工业发展的客观规律为依据，是服务于电力生产现代化，培养供电生产应用型人才的一部工种齐全配套、覆盖面广、实用性强、编写水平较高的系列通用技能培训教材。在中国电力企协、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心的重视和关心下，由中国电力企业家协会供电分会精心组织全国 49 个单位 146 名工程技术人员、专家和教授参加了编撰工作，并在中国电力出版社对编撰原则、框架结构、体例格式全过程的培训下，调查研究供电工人的技能需求和整体素质现状，撰写技能培训大纲，自 1995 年 11 月至 1998 年 4 月底，经历两年半时间，完成了书稿的写作、修改及初审工作。

这套丛书是遵照“电力工人技术等级标准”关于知识和技能的要求，结合供电生产发展情况进行编写的，全书分线路、变电、用电、调度通信四门专业，27 个工种，每个工种又分为初级、中级、高级工三个分册，共计 77 分册，1000 余万字。本教材以“做什么，怎样做，在什么条件下做，达到什么标准”为中心内容，详实得当，图文并茂，文字简练，由浅入深，便于对知识和操作工艺的掌握，收到以“知”为“做”服务的效果。这套教材的编写还力求把概念、原理、公式与技能有机地结合起来，避免重理论、轻技能的弊端。

本教材坚持先进性和实用性结合，突出技能，符合电力

工业科技发展方向，体现电力生产的新技术、新方法、新工艺，并力求向模块式教材靠拢，以适应技能考核鉴定和培养跨世纪供电工人的需要，以电力生产目前实行的两个技术措施计划、三种规程、四项监督、五项制度的具体要求为依托，使教材达到规程、规范、制度的规定，能充分体现出电力生产工艺特性。

按供电工人培训目标要求，结合技能培训特点，以“干什么”、“学什么”、“考核什么”为原则，每章后均附有选择、是非、计算、画图、问答等复习思考题，便于巩固所学的理论知识和操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材，为达到机构设置合理化，重在提高技能应用水平，避免基础理论知识的重复，凡属已出版的公用基础理论教材的内容，如职业道德、电力生产知识、绘图、电工、电子、热工、水工、机械、力学、钳工、计算机等基础理论均未重复编入本教材。

这套丛书业经中国电力企协、中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心组织专家审定，并建议作为全国供电工人技能培训教材。在编写过程中，得到很多单位的领导、专家和教育培训工作者的大力支持与热心帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者经验所限，在编写中难免有疏漏之处，诚恳地希望广大读者和教育培训部门的专家、教师提出修改意见，并在教学实践中进行调整和补充，使其更加完善，为提高供用电工人的素质和技能发挥积极作用。

《全国供用电工人技能培训教材》编辑委员会

一九九八年九月

编 者 的 话

为了认真贯彻“科技兴电”战略，全面提高供电职工队伍的素质，以培养电力生产职业型、技能型人才为目的，中国电力企业家协会供电分会同中国电力出版社组织了《全国供用电工人技能培训教材》的编写任务。《电气试验与油化验》由合肥供电局主编，郑州电业局、常州供电局、南通供电局、大同供电局参编。

本套书设初级工、中级工、高级工三个分册，每分册第一篇讲授“电气试验”，第二篇讲授“油化验”。本书从应用角度全面系统地介绍了供电企业所属电气设备的试验与油化验。全书重点突出、实用性强。初、中级工偏重介绍知识理解与试验方法的熟练掌握，高级工偏重介绍应用与综合分析判断能力。

本套书共三十五章，其中初级工分册六章，中级工分册十四章，高级工分册十五章。每章后均附有复习题。各分册的主要内容包括：

初级工分册：介绍电气设备试验的基本知识和基本方法、35（60）kV及以下电气设备常规试验、绝缘油、气相色谱法的一般知识、六氟化硫气体。

中级工分册：介绍电介质的基本知识、常用高压电气设备绝缘及结构特点、常用的仪器、电气设备的绝缘试验方法和特性试验、过电压和绝缘配合的一般知识、试验工作实例、绝缘油的性质及常规试验、新油验收与管理、运行油的防劣措施、绝缘油的净化和再生、油的色谱分析、六氟化硫气体。

高级工分册：介绍电介质的老化与击穿、电气设备的特殊试验、电气设备常见故障及其原因分析、线路工频参数及接地装置工频参数的测量、消弧线圈伏安特性和系统电容电流的测量、电网谐波测量、主变压器保护简介、电力设备绝缘带电测量和在线监测、绝缘油的炼制与氧化安定性、绝缘油监督、变压器油的吸附处理、充油设备故障诊断、六氟化硫气体。

参加本套书编写的有汪学勤、杨德华（“电气试验”初级工第一～三章）、江和顺（“电气试验”中级工第一～七章）、张开明（“电气试验”高级工第一～八章）、董其国、江和顺（“电气试验”高级工第九章）、赖汝荣（初、中、高级工中关于“断路器”部分章节）、安丰顺（初、中、高级工中关于“电气设备试验工作实例”部分章节）、许书燕、郭景阳（“油化验”初级工第四～六章，中级工第八～十四章、高级工第十～十五章）。

本书为全国供用电工人技能培训教材之一，可作为供电类变电专业《电气试验与油化验》的初级工、中级工、高级工培训教材，也可作为相关工种的工人及有关工程技术人员学习参考。

全书“电气试验”篇由合肥供电局汪学勤主编，江苏省电力试验研究所李长益主审；“油化验”篇由合肥供电局许书燕主编，江苏省电力试验研究所李德伟主审。主审人提出了许多宝贵意见，在此特致衷心感谢。由于编者水平所限，书中错漏在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

1998年5月



关于《全国供用电工人技能培训教材》的审定意见
前言
编者的话

第一篇 电气试验

第一章 电介质的老化与击穿	1
第一节 电介质老化的原因	1
第二节 电介质的击穿	6
复习题	13
第二章 电气设备的试验	16
第一节 大型变压器的特殊试验	16
第二节 六氟化硫开关设备的试验	81
第三节 线路绝缘子及支柱绝缘子的污秽测量	98
复习题	105
第三章 电气设备常见故障及其原因分析	110
第一节 变压器的常见故障及其原因分析	110
第二节 断路器常见故障及其原因分析	115
第三节 互感器常见故障及其原因分析	118
第四节 高压套管常见故障及其原因分析	121
第五节 避雷器常见故障及其原因分析	123

第六节	耦合电容器的常见故障	126
第七节	电缆常见故障及原因分析	127
复习题		130
第四章	线路工频参数的测量	133
第一节	工频参数的测量接线和计算	133
第二节	测量参数时应注意的事项	142
复习题		143
第五章	接地装置工频参数的测量	146
第一节	接地电阻的测量	146
第二节	土壤电阻率的测量	159
第三节	接触电压、电位分布和跨步电压的测量	165
复习题		170
第六章	消弧线圈伏安特性和系统电容电流测量	172
第一节	消弧线圈伏安特性的测量	172
第二节	消弧线圈补偿系统的调谐试验	178
第三节	消弧线圈补偿系统电容电流的测量方法	183
复习题		199
第七章	电网谐波测量	202
第一节	概述	202
第二节	谐波的测量	207
复习题		213
第八章	主变压器保护简介	216
第一节	差动保护	216
第二节	过流保护	222

第三节 瓦斯保护.....	225
复习题.....	226

第九章 电力设备绝缘带电测量

和在线监测.....	229
第一节 概述.....	229
第二节 带电测量和在线监测技术.....	231
第三节 电力设备故障的红外诊断.....	261
复习题.....	270

第二篇 油 化 验

第十章 绝缘油的炼制 273

第一节 石油的化学组成.....	273
第二节 绝缘油的炼制.....	275
复习题.....	276

第十一章 绝缘油的氧化安定性 278

第一节 概述.....	278
第二节 油品烃类氧化.....	278
第三节 烃类氧化方向及产物.....	281
第四节 影响油品氧化的因素.....	283
第五节 抗氧化添加剂.....	286
第六节 油品的氧化安定性试验.....	288
复习题.....	289

第十二章 绝缘油的监督 291

第一节 新绝缘油的质量标准.....	291
第二节 新设备中油的交接验收标准.....	291
第三节 运行中变压器油的分类.....	294

第四节	大型变压器安装过程中的油务监督·····	297
复习题·····		300
第十三章	变压器油的吸附处理 ·····	302
第一节	吸附处理的机理·····	302
第二节	常用吸附材料的性能和选择·····	303
第三节	吸附处理方法分类·····	305
第四节	吸附处理实例·····	307
复习题·····		309
第十四章	充油设备故障诊断 ·····	310
第一节	充油电气设备内部故障的检测原理·····	310
第二节	变压器内部故障的类型·····	315
第三节	设备故障诊断技术·····	320
第四节	自由气体分析及气体继电器动作原因 的判断·····	328
第五节	综合分析判断的重要性·····	332
第六节	电子计算机在气相色谱中的应用·····	334
第七节	变压器油中溶解氢气监测仪简介·····	336
复习题·····		341
第十五章	六氟化硫气体 ·····	343
第一节	SF ₆ 气体的检测技术·····	343
第二节	SF ₆ 气体中湿度测试·····	350
第三节	SF ₆ 开关设备中气体泄漏的测试·····	356
第四节	SF ₆ 吸附剂·····	360
第五节	SF ₆ 气体的质量监督与管理·····	364
复习题·····		367